第十二章　馬鈴薯第一部分

馬鈴薯土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場　江汶錦

一、適宜栽植風土條件

(一) 作物介紹-品種及產地分佈

馬鈴薯 (*Solanum tuberosum* L.)，別名洋芋，為茄科茄屬的一年生草本植物，原產於南美洲秘魯及玻利維亞的安地斯山區。球莖內含豐富的蛋白質、澱粉、胺基酸、礦物質、維生素 C、B1、B6 及葉酸等，單位面積產量高，為歐美地區許多國家主食，也為世界第三大作物。十七世紀由荷蘭人傳入臺灣，但專業栽培約始於民國三年，早期以台中地區為最大產區，民國 45 年栽培面積曾佔全臺 90 % 以上；後來產區逐漸南移，擴展至雲嘉南地區，至民國 86 年雲林縣栽培面積超過台中縣成為最大產地。由於馬鈴薯生長期短，具貯藏性，加上有保證價格收購，近年栽種面積逐年穩定成長。現在每年栽培面積大約為 2,000 到 3,000 公頃，栽培期以秋、冬季裡作最普遍。依民國 103 年農業統計年報，栽種面積 2,297 公頃主要產區為雲林縣 (1,172 公頃，產量 25,715 公斤/公頃)、台中市 (522 公頃，產量 22,790 公斤/公頃)、嘉義縣 (495 公頃，產量 24,013 公斤/公頃) 及台南市 (75 公頃，產量 22,726 公斤/公頃)。

栽培品種主要有：克尼伯、種苗二號、五峰等，其中以克尼伯 (俗稱大葉種) 栽培面積最廣，除供鮮食外亦做加工之用。馬鈴薯依生長期長短，有早生、中晚生品種，薯肉有白色及黃色。臺灣目前有健康種薯繁殖制度的品種只有克尼伯及種苗二號。

現在栽培品種為：

(1)克尼伯：在臺灣為早生，莖直立、莖數少而粗、葉片大。花白色而少，薯大而少、薯皮光滑灰白色、薯肉白色、薯形橢圓，芽眼淺、初芽綠色為主。可加工，耐貯藏。抗馬鈴薯病毒 A (PVA)，易罹瘡痂病。不耐高溫乾燥，水分不均勻易裂薯、生育後期容易倒伏。

(2)五峰：中生，薯球生長快速。葉深綠色、莖綠色、花白色、能自然著果。薯球扁圓形、芽眼少、薯皮光滑、淺黃色、薯肉白色、澱粉含量低。休眠期短、易罹晚疫病，抗馬鈴薯病毒 X (PVX)。

(3)種苗二號：又名大吉，中晚生，生育期 120-130 天。植株大而開張、植冠高度約 50-60 公分。莖粗、綠色，側枝明顯直立。葉色濃綠，心葉帶黃綠色，在秋冬栽培偶開白花。抗馬鈴薯病毒 Y 及晚疫病。薯球圓形，皮色土黃，可鮮食及加工，製成洋芋片。

(4)台農一號：又名黃玉，是第一個通過審查命名的品種。抗 PVY 及晚疫病，中晚生、生育期 110-120 天，花色淺紫、葉色濃綠偏藍，薯球扁橢圓形，休眠期中等。薯皮淺黃色、芽眼淺，初芽為紫色，薯球整齊、薯肉黃色。鮮食品質佳不適宜加工。

(5)台農三號：又名萬豐，中晚生，生育期 100-120 天，耐病毒病及晚疫病。株型直立，株高約 50 公分，葉色濃綠。薯皮淺黃，薯肉白色，薯球扁圓形，芽眼數少。生育

至 120 天仍可保持葉色綠，最早 100 天可以採收，延至 120 天則產量可以更高，但定植日期必須較種植克尼伯提早，才不會影響一期水稻種植。

(6)百樂 (FL-1867)：中生，芽體基部花青素呈色中等，基部絨毛稀。株型開張，莖部花青素呈色程度無或極微。開花多，花冠內側花青素呈色無或極微。薯球呈球形，薯皮淡米黃色，薯肉白色。

(7)樂事 (FL-1879)：晚生，芽體基部花青素呈色微。株型半直立，莖部花青素呈色無或極微。開花少，花冠內側花青素呈色無或極微。薯球卵圓形，薯皮淡米黃色，薯肉淡黃色。

(二) 氣候條件

馬鈴薯喜好冷涼氣候，植株生長最適溫為 21℃ 左右，低於 0℃ 有凍害，27℃ 以上會限制生長，高過 30℃ 發生高溫障礙。種植適期為九月下旬至翌年一月，每分地種植 5,000 株，種薯用量視薯塊大小而定，在 90 - 120 公斤。薯球存放環境的溫度與溼度非常重要，一般以 15 - 20℃，85 %以上的相對溼度，使薯皮充分療傷一至二週。冷藏標準溫度 2 - 5℃，相對濕度 85- 90 %，加工業冷藏溫度宜升高為 7- 10℃。

(三) 土壤條件

馬鈴薯喜土層深厚，質地鬆軟，富有機質，排水及通風良好的砂質壤土，過於黏重的土壤，不利薯球膨大，易造成薯形不整及表皮不光滑。馬鈴薯耐酸能力強，一般以 pH 5.5 - 6.5 適於塊莖成長。馬鈴薯是喜光作物，生長期間日照長，光強度大，有利光合作用，若長期光度不足，莖葉易徒長，延遲塊莖形成及降低產量。馬鈴薯為淺根性作物，需常灌溉，生育後期及結薯初期保持土壤含水量在 60-80%為宜，太濕或積水薯球容易腐爛，採收前 7- 10 天需停止灌水。基肥於整地前撒布，追肥則於種植後四週，施肥於株間或行間，再行培土。馬鈴薯地上部枯乾時為收穫適期。

(四) 田間管裡概述

栽培馬鈴薯前，需選擇品種純正、大小中等、已結束休眠且開始萌芽及不帶病毒的健康種薯。種植前二至三週自冷藏庫取出種薯，置於陰涼處，利用間接光線照光育芽。整地種植時，一般採用 120 公分的雙行畦（畦面約 90 公分），畦上行距 45 公分，株距 30 - 32 公分，作畦採南北走向，以利通風。種薯切塊，每一薯片大小約 12 - 15 公克。每小塊留 1-3 芽眼。切塊後經一至二天行田間種植，種後覆土約 7 - 10 公分。栽種後三至四天行畦溝灌溉。灌水後二天內可全面噴施殺草劑，以控制雜草發生。待幼芽伸出土面約 10 公分後，每株留莖 2-3 莖，摘枝可配合培土進行。植株高約 15-25 公分時，可進行第一次培土，之後每隔 15-20 天再行培土一次，培土厚度以 6 公分為準。

二、目標或預期產量之肥料三要素施肥量推薦

馬鈴薯一般分為兩個施肥時期：1. 種植前基肥，於整地時將基肥撒施於土壤，使於翻耕整地時均勻混入土中，再直接以曳引機同時完成作畦作業。2. 追肥。一般於種植後四週，施肥於株間或行間，配合中耕培土作業。

薯球產量為 35 公噸/公頃之肥料推薦用量 (公斤/公頃) 為氮 150 - 225、磷酐 150 -

200、氧化鉀 240- 360。依照推薦用量、施肥分配率 (表一) 及要素含量比可換算所使用的肥料量 (表 2、表 3)。肥料用量計算公式如下：肥料用量(公斤/公頃) ＝要素推薦用量(公斤/公頃)× 施肥分配率 ÷ 所使用的要素含量。

表 1、每 0.1 公頃三要素、堆肥推薦量及分配率

肥料別	總用量	基肥	追肥
堆肥	0-15 公噸	100 %	0 %
氮	15-22.5 公斤	60 % (9-13.5) 公斤	40 % (6- 9) 公斤
磷酐	15-20 公斤	100 %	0 %
氧化鉀	24- 36 公斤	55 % (13.2- 19.8) 公斤	45 % (10.8- 16.2) 公斤

註：堆肥為一般禽畜糞堆肥，氮以不超過 40 或 50 g/kg 的粗纖維堆肥為佳，目的為增加土壤有機質，改善土壤性質。

表 2、換算單質肥料用量

肥料別	基肥 (公斤/0.1 公頃)	追肥 (公斤/0.1 公頃)
尿素	19.6-29.3	13-19.6
過磷酸鈣	83.3-111.1	0
氯化鉀	22-53	18-27

表 3、換算複合肥料用量

肥料別	基肥 (公斤/0.1 公頃)	追肥 (公斤/0.1 公頃)
39 號 (12-18-12)	2- 2.5 包 (9.6-14.4-9.6)	0
4 號 (11-5.5-22)	0	1.5- 2 包 (8.8-4.4-17.6)

其他注意事項：

(1) 若種植前，土壤檢測結果肥力過高，應酌減該項肥料用量，減肥量須參考土壤檢驗報告，並由專家判斷推薦。

(2) 若有鹽害 (EC (1:5) > 0.6 dS/m) 之問題土壤，可施用低鹽分有機質肥料以代替化肥，鹽害問題嚴重的土壤可利用洗鹽、客土等方式擇一或綜合改良，使 EC < 0.6 dS/m。

(3) 土壤酸鹼度 (pH) 分析數值低於 5.5 者 (強酸性土壤)，參考土壤中有機質含量、氧化鈣及氧化鎂含量，比對酸性土壤石灰需要量以推薦施用一般石灰資材或酸土改良劑，改良酸性土壤，因馬鈴薯在鹼性土壤易得瘡痂病，需注意勿調整過量。

馬鈴薯的植體分析會因施肥量與品種不同而有差異。表四為溪口地區克尼伯馬鈴薯的植體分析資料，地上部因植株翠綠程度不同而有較大差異，因採樣時葉色偏枯黃，故氮含量較低，但地下部營養含量較為相似。

薯球部分：假設氮含量 (N g/kg) = 13.6g/kg ；磷含量 (P g/kg) = 1.9g/kg ；鉀含量 (K g/kg) = 26.1g/kg ，預估本年薯球產量為 35 公噸/公頃，乾物重 235 g/kg 。換算薯球含氮 112 公斤、磷 15.7 公斤、鉀 215 公斤。

地上部植體：假設氮含量 (N g/kg) = 40 g/kg；磷含量 (P g/kg) = 2.2 g/kg；鉀含量 (K g/kg) = 39.7 g/kg，預估本年植體重約為薯球 7 成量約為 24.5 公噸 /公頃，乾物重 126 g/kg，則換算植體含氮 123 公斤、磷 6.8 公斤、鉀 123 公斤。

全生長期總需肥量為：氮 (N) 235 公斤、磷 (P) 22.5 公斤、鉀 (K) 338 公斤。若土壤肥力分析為無機態氮 100 mg/kg、有效性磷 19 mg/kg、有效性鉀 100 mg/kg，則換算 1 公頃面積 20 公分土深 (土壤密度以 1 g/cm^3 估算)，含有無機態氮 200 公斤、有效性磷 38 公斤、有效性鉀 200 公斤。假設無機態氮的校正係數= 0.7，有效磷校正係數= 0.4，速效鉀的校正係數= 0.8，當季化肥利用率，氮 50 %、磷 10 %、鉀 60 % ，磷酐= 2.295 × 磷，氧化鉀= 1.205 × 鉀，則尚缺氮 190 公斤、磷酐 165 公斤、氧化鉀 356 公斤。故一般土壤肥料推薦用量 (公斤/公頃)為氮 150 - 225、磷酐 150- 200、氧化鉀 240- 360 。即每 0.1 公頃氮 15 - 22.5 公斤、磷酐 15 - 20 公斤、氧化鉀 24 - 36 公斤。

表 4、植體分析

名稱	碳(C) (g/kg)	氮(N) (g/kg)	磷(P) (g/kg)	鉀(K) (g/kg)	鈣(Ca) (g/kg)	鎂(Mg) (g/kg)	乾物含量(g/kg)
1 地上部	338	32.2	2.2	79.6	29.6	10.3	132
1 地下部	394	14.9	1.9	26.2	1.2	1.5	226
2 地上部	340	28.1	2.2	75.1	32.4	8.7	119
2 地下部	391	12.2	1.9	25.9	0.9	1.5	243

三、土壤診斷與馬鈴薯合理化施肥實例

馬鈴薯合理化施肥示範區田間管理措施，馬鈴薯栽培過程中土壤及施肥管理對產量及品質穩定影響極大。進行田間合理化施肥管理前，須先分析土壤，以瞭解土壤中各養分是否足夠，有無需要調整?

土壤診斷以實際案例來說明：嘉義縣六腳鄉陳農友送檢之土壤資料(表 5) 顯示：

(一) 土壤中之電導度 EC (1:5) 為 0.06 dS/m，氮肥力甚低，故示範區參考推薦量增施肥料量。

(二) 酸鹼值 pH (1:1) 為 5.66-6.19，偏酸性但因馬鈴薯耐酸能力強，且酸性土壤也較不易發生瘡痂病，故不調整土壤酸鹼度。

(三) 土壤有機質 O.M. 為 17.5-15.1 (g/kg)，稍嫌不足，最好能 30 g/kg，但因土質為砂質壤土，非常疏鬆，故亦不強制補充有機質。

(四) 磷肥因長期施用複合肥料有累積過量之慮，鉀肥含量足夠，但因馬鈴薯栽培需要

大量鉀肥有助薯球肥大，故仍須補充鉀肥。

(五) 鈣鎂含量較低是與土壤呈現酸性有關，但就作物養分平衡觀點，鈣鎂比與鎂鉀比須有一定比率，故若能補充鎂肥將有更佳效果，故示範區增施部份鎂肥。

(六) 需注意前作殘體的影響：若前作水稻並未預先整地腐熟，會因未腐熟的水稻殘體在馬鈴薯種植初期有搶氮現象，造成馬鈴薯植株生長初期被抑制，進而影響後期產量，可於基肥多添加尿素 5-10 公斤/0.1 公頃，以避免初期缺氮的現象。

(七) 土壤質地對馬鈴薯產量影響很大，由坪割調查可以發現產量由粗質地向黏重質地遞減。

馬鈴薯合理化施肥試驗：茲將本次田間試驗施肥量處理 (如表 6)，區分為 1. (農) 農民慣用量、2. 依土壤調查資料作較佳的 (示) 合理化示範區、3. 普遍土壤的 (一) 一般推薦區共三區。

表 5、示範區馬鈴薯種植前土壤肥力理化性變化分析資料

	EC(1:5) (dS/m)	pH (1:1)	O.M. (g/kg)	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
				------------------mg/kg----------------			
表土	0.06	5.66	17.5	230	124	822	75
底土	0.06	6.19	15.1	215	141	804	72

表 6、慣行區、示範區、一般區處理之馬鈴薯每 0.1 公頃施肥量

試驗區	基肥	追肥
1.農民慣行區 (農) (33.6-50.4-33.6) 換算金額$2772 元	39 號 (12-18-12) 每 0.1 公頃 160 公斤	39 號 (12-18-12) 每 0.1 公頃 120 公斤
2.合理化示範區 (示) (22-15.2-39.2-Mg) 換算金額$1714 元 (不含鎂肥的 2304 元，因是土壤改良，不用每期施用)	2 號 (11-9-18) (可用 39 號+4 號(1:3) 等同 2 號 4 包) 每 0.1 公頃 120 公斤 硫酸鎂，80 公斤	4 號 (11-5.5-22) 每 0.1 公頃 80 公斤 硫酸鎂，40 公斤
3.一般推薦區 (一) (18.75-17.5-30) 換算金額$1506 元	39 號 (12-18-12) 每 0.1 公頃 80 公斤	4 號 (11-5.5-22) 每 0.1 公頃 80 公斤

四、馬鈴薯合理化施肥示範成果

馬鈴薯栽培採用試驗改良場所推薦之合理化施肥，可以保證 (一)產量品質穩定；(二) 節省肥料用量；(三) 提高收益；(四) 降低病蟲害發生，節省農藥使用及次數。以台南區農業改良場民國 98 年於嘉義縣六腳鄉陳淑惠農友田區馬鈴薯合理化施肥示範為例，農民慣用施肥區施肥量為 N：P_2O_5：K_2O = 336：504：336 公斤/公頃，一般推薦施肥區施肥為 N：P_2O_5：K_2O = 187.5：175：300 公斤/公頃，合理化施肥推薦區施肥為 N：P_2O_5：K_2O = 220：152：392 公斤/公頃。試驗結果如表 7 所示。

(一) 產量

六腳合理化施肥產量為 40,940 公斤/公頃，較農民慣行施肥法 33,040 公斤/公頃，產量增加 7,900 公斤 (23.9 %)，較一般推薦施肥法 34,590 公斤/公頃，產量增加 6,350 公斤 (18.4 %)。(表 7)

(二) 售價

馬鈴薯合理化施肥示範區，薯球較其餘二處理區大，但未明確分級包裝，取其平均售價 8.3 元/公斤。合理化施肥區 339,802 元/公頃，較農民慣行施肥 274,232 元/公頃增加 65,570 元/公頃 (23.9 %)，較一般推薦施肥 287,097 元/公頃，增加 52,705 元/公頃 (18.4 %) (表 7)。

表 7、民國 98 年六腳鄉合理化施肥示範點

肥料施用	產量 (公斤/公頃)	售價 (元/公頃)	肥料施用成本 (元/公頃)	病蟲害防治成本 (元/公頃)
合理化 N：P_2O_5：K_2O =220：152：392 公斤/ 公頃	40,940	40,940 公斤 x 8.3 元 =339,802 元	肥料：17,140 人工：250 合計：17,390	農藥：10,000 人工：9,000 合計：19,000
一般推薦 N：P_2O_5：K_2O =187.5：175：300 公斤/ 公頃	34,590	34,590 公斤 x 8.3 元 =287,097 元	肥料：15,060 人工：200 合計：15,260	農藥：10,000 人工：9,000 合計：19,000
慣行法 N：P_2O_5：K_2O =336：504：336 公斤/ 公頃	33,040	33,040 公斤 x 8.3 元 =274,232 元	肥料：27,720 人工：350 合計：28,070	農藥：10,000 人工：9,000 合計：19,000
合理化-慣行法	7,900	65,570	-10,680	0
合理化-一般推薦	6,350	52,705	2,130	0
合理化施肥較慣行法每公頃增加收益 76,250 元				
合理化施肥較一般推薦法每公頃增加收益 50,575 元				

1. 合理化施肥及慣行法施肥馬鈴薯價格以每公斤 8.3 元計算。
2. 合理化施肥每公頃用量：2 號 1,200 公斤 (基肥) ，4 號 800 公斤 (追肥) (不含鎂肥)。
3. 一般推薦施肥每公頃用量：39 號 800 公斤 (基肥)，4 號 800 公斤 (追肥) 。
4. 慣行法施肥每公頃用量：39 號 1,600 公斤 (基肥)，39 號 1200 公斤(追肥) 。
5. 施肥工錢：50 元/包/次；噴藥工錢 150 元/ 0.1 公頃/次。
6. 肥料價格：氮素 25 元/公斤、磷酐 25 元/公斤、氧化鉀 20 元/公斤。

(三) 肥料施用成本

肥料價格以氮 25 元/公斤、磷酐 25 元/公斤、氧化鉀 20 元/公斤計算，合理化施肥區 17,140 元/公頃，較農民慣行施肥 27,720 元/公頃，節省 10580 元/公頃 (38 %) 。較一般推薦施肥 15,060 元/公頃，增加 2,080 元/公頃 (13.8 %)。

(四) 增加收益

經由表 7 計算，合理化施肥較慣行法每公頃增加收益 76,250 元。較一般推薦法每公頃增加收益 50,575 元。

(五) 病蟲害防治成本

因為一起噴藥，所以三者之間沒有差異，由田間實際觀察，農民慣行區植株生育後期罹患晚疫病嚴重，推測合理化施肥區應可減少病蟲害防治成本。

圖 1、馬鈴薯合理化施肥示範田

圖 2、馬鈴薯合理化施肥田間成果觀摩會

圖 3、農民慣行區 (圖左) 較一般推薦區 (圖中) 及合理化施肥區 (圖右) 植株矮小且生育後期罹患晚疫病嚴重

圖 4、合理化施肥區 (圖右) 較一般推薦區 (圖中) 及農民慣行區 (圖左) 塊莖產量高

圖 5、馬鈴薯合理化施肥區生育後期 (種植後 77 天) 田間植株生育情形